Aus dem Institut für gerichtliche Medizin Göttingen.
Direktor: Professor Dr. B. Mueller.

Experimentelle Untersuchungen über Aufnahme, Verteilung und Verbrennung des Alkohols im menschlichen Körper

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der Doktorwürde

der

Medizinischen Fakultät

der

Georg-August-Universität zu Göttingen

vorgelegt am 8. V. 1937 von

Ad. Sievers
aus Lehrte.

1938

Druckerei und Verlag wissenschaftl. Werke Konrad Triltsch, Würzburg

Dekan: Professor Dr. B. Mueller.

Referent: Professor Dr. B. Mueller.

Tag der mündlichen Prüfung: 10. VI. 1937.

Einleitung.

Schon vor etwa 200 Jahren hat man sich damit befaßt, einen Nachweis über den Alkoholgehalt im Blut zu erbringen (Jungmichel). Alle die angewandten Methoden wiesen jedoch große Mängel auf. Zum Teil waren die Methoden zu ungenau, so daß man keine sicheren Schlüsse auf die Menge des Alkohols im Blute ziehen konnte, zum Teil erforderten sie die Entnahme einer größeren Blutmenge durch Venenpunktion. Erst die chemisch-analytische Blutalkoholbestimmung nach Widmark, die eine Modifikation der Bichromat-Schwefelsäuremethode von Nicloux darstellt, machte es durch ihre genaue und verhältnismäßig einfache Arbeitsweise möglich, die Alkoholbestimmungen in größerem Umfange durchzuführen. Sie hat daneben noch den Vorteil, daß zur quantitativen Bestimmung nur 0,1 g Blut benötigt wird. Damit ist dem Gerichtsmediziner eine zuverlässige Methode in die Hand gegeben worden, um in seinem Gutachten aussagen zu können, ob die betreffende Person sich in einem angetrunkenen Zustande befand und wie hoch der Blutalkoholspiegel war. In den letzten Jahren sind eine Reihe von Verordnungen erlassen, die sich mit dem Führen eines Kraftfahrzeuges unter der Wirkung von geistigen Getränken oder Rauschgiften befassen. Erinnert sei hier an die Reichsstraßenverkehrsordnung vom 28. V. 34, an den Erlaß des Reichs- und preußischen Verkehrsministers vom 9. V. 35, der es den Kraftfahrern verbietet, sich im Verkehr zu bewegen, wenn sie sich in einem Zustande akuter Alkoholwirkung befinden. Der Runderlaß des Reichs- und Preußischen Ministers des Innern vom 25. IX. 36 ordnet der gesamten staatlichen Polizei die Untersuchung auf Trunkenheit bei Verkehrsdelikten an und legt es den kommunalen Polizeiverwaltungen dringend nahe, ausgiebigen Gebrauch von der Blutalkoholuntersuchung bei Verkehrsunfällen zu machen. Die Rechtslage in der Bekämpfung der durch Alkoholgenuß hervorgerufenen Unfälle hat sich seit 1934 entscheidend geändert. Früher konnte der Kraftfahrer, der durch einen Alkoholrausch einen Unfall verursachte, den Schutz des § 51 StGB. für sich in Anspruch nehmen. Damit er-

reichte er unter Umständen eine Strafmilderung oder -freiheit. Heute jedoch führt der nachgewiesene Alkoholrausch zur Strafverschärfung. Die Wirksamkeit der angeführten gesetzlichen Bestimmungen wird weiterhin durch den neu eingeführten § 81a StPO. erhöht, der es gestattet, daß Entnahmen von Blutproben, die nach den Regeln der ärztlichen Kunst zu Untersuchungszwecken vorgenommen werden, auch ohne Einwilligung des zu Untersuchenden durchgeführt werden dürfen, wenn kein Nachteil für seine Gesundheit zu besorgen ist. Bedenkt man, wie ungeheuerlich groß die Zahl der täglichen Verkehrsunfälle ist, wieviel Menschen ihr Leben dabei lassen müssen, wieviel zu Krüppeln werden und welche Summen an Volksvermögen, sei es durch Zahlung von Unfall- und Invalidenrente, ausgegeben werden, so kann man vollauf verstehen, wenn der Staat zur Sicherung des Verkehrs entscheidende Maßnahmen ergreift. Begibt sich doch derjenige, der unter Alkoholeinfluß steht, einmal sich selbst in Gefahr, zum andern gefährdet er seine Mitmenschen. Von Jahr zu Jahr nimmt der Kraftfahrzeugverkehr ständig zu. Das gewaltige Anwachsen des Straßenverkehrs bedeutet eine Zunahme seiner Gefahren. Man muß daher vom Fahrzeugführer unbedingt verlangen, daß er in vollem Besitz seiner physischen wie psychischen Kräfte ist, um sich sicher im Verkehr bewegen zu können, was nach Alkoholgenuß jedoch nicht der Fall ist. Aber nicht allein der Kraftfahrer verschuldet durch seine Trunkenheit ein Verkehrsunglück, sondern es sind auch viele Radfahrer, Fußgänger, Lenker von Pferdefuhrwerken dabei. Die Blutuntersuchungen auf Alkohol werden heute sehr oft von der Polizei, von den Gerichten und Staatsanwaltschaften zu ihren Feststellungen und Urteilen herangezogen. Auch Mitfahrer und Zeugen, die bei Verkehrsunfällen zugegen waren, werden beim Verdacht auf Trunkenheit untersucht, damit man ihren Aussagen das richtige „Gewicht" beilegen kann. Der Alkoholnachweis spielt also im Strafprozeß, im Zivilprozeß, in der Unfallversicherung eine wichtige Rolle und dem Gutachten des Gerichtsarztes kommt eine große Bedeutung zu. Für die Begutachtung eines Falles von Alkoholbeeinflussung ist sowohl eine genaue Kenntnis über die Physiologie der Alkoholverbrennung als auch über die Psychologie der Alkoholwirkung erforderlich. So ist es erklärlich, daß gerade der Gerichtsmediziner sich in erster Linie mit diesen Fragen beschäftigt. Die vorliegende Arbeit berücksichtigt nur die Physiologie der Alkoholverbrennung. Bahnbrechend auf diesem Gebiete waren die Unter-

suchungen von Widmark. Sie ergaben, daß der Alkohol, nachdem er vom Verdauungsapparat resorbiert ist, in ganz regelmäßiger und gleichmäßiger Weise verbrennt. Die Blutalkoholkurve fällt deshalb nach abgeschlossener Resorption geradlinig ab, d. h. es wird unabhängig von der Alkoholkonzentration im Blut immer die gleiche Menge verbrannt. β ist der Konzentrationsfall in Promille und Minute. Für das Verständnis des physiologischen Geschehens bei der Alkoholverbrennung im Organismus ist noch ein zweiter Faktor nötig und zwar der Verteilungsfaktor r. Er stellt das Verhältnis des Körperalkohols zum Blutalkohol dar und muß nach Widmark stets kleiner als 1 sein. Schwarz, Goldhahn, Jungmichel haben Untersuchungen über die Brauchbarkeit der Widmarkschen Methode und über die angebliche Konstanz von β und r angestellt. Der Zweck dieser Arbeit liegt darin, die bisherigen Ergebnisse nachzuprüfen und zu erweitern. Es wurde untersucht, wie sich die Alkoholresorption nach vorheriger Nahrungsaufnahme verhielt und wie schnell sie verlief bei einem anatomisch normalen Magen im Gegensatz zu einem Magen, der nach Billroth II operiert war. Ferner sollte festgestellt werden, ob die Alkoholverbrennung bei allen Menschen gleich oder verschieden ist und ob auch bei ein und derselben Person das Verbrennungsvermögen wechselt. Wie verhält sich r und β bei zwei verschiedenen Konstitutionstypen? Widmark behauptet, daß der Verteilungsfaktor r und der Konzentrationsfall β für eine Person unveränderlich ist. Jungmichel hat in zahlreichen Versuchen ihre Veränderlichkeit bewiesen. Beide haben Nüchternversuche durchführen lassen. Die vorliegenden Alkoholversuche wurden nach Nahrungsaufnahme durchgeführt und das Verhalten von β und r dabei beobachtet. Auch interessierte die Frage, ob durch vermehrte Alkoholaufnahme das Verbrennungsvermögen gesteigert ist. Es entspricht der allgemeinen Erfahrung, daß nach mehrmaliger Aufnahme von Alkohol im Körper eine Gewöhnung auftritt. Zeigt sich dieses auch in einer Erhöhung des β, d. h. lernt es der Körper, schneller den Alkohol umzusetzen? Schließlich sollte nachgeprüft werden, ob es möglich ist, die Menge des genossenen Alkohols zu bestimmen, wenn das Körpergewicht der betreffenden Person, die Zeit der Alkoholaufnahme und die Blutkonzentration bekannt ist.

Versuchsanordnung.

Die Versuche wurden an zwei Personen verschiedener Konstitution 24 Tage lang durchgeführt. Jeden zweiten Tag nahm Versuchsperson A 12 Tage hindurch den Alkohol nachmittags zu sich, Versuchsperson B dagegen vormittags. Während der letzten 12 Tage wurde die Reihenfolge umgetauscht. Es wurden im ganzen vier Versuchsreihen durchgeführt und zwar mit 0,8 g Alkohol pro kg Körpergewicht, mit 1,0 g/kg und 1,2 g/kg (Tabelle 1). Als Alkoholtrunk diente ein selbst hergestellter Schnaps, der von 1½ l Wasser, ½ Pfd. Zucker und 1½ l Weingeist zubereitet war. Um den Geschmack zu verbessern, wurden 3 Flaschen Cherry Brandy Essenz zugesetzt. Der Prozentgehalt des Schnapses wurde mit der Widmarkschen Methode ermittelt und ergab einen Alkoholgehalt von 37%. Die Alkoholaufnahme fand des Morgens um $9^{15\,h}$ statt, des Nachmittags um $15^{45\,h}$. Versuchsperson A aß am Morgen um $8^{30\,h}$ anderthalb Scheiben Brot, belegt mit Leberwurst; Versuchsperson B aß zur selben Zeit zwei Scheiben Komißbrot mit Emmenthaler Käse. Das Mittagessen wurde um 13^{h} eingenommen. Dabei wurde nur darauf geachtet, ob die normale Menge oder ob besonders viel gegessen wurde. Der Alkohol wurde binnen 5 Minuten getrunken und nach der Aufnahme wurde weder gegessen, getrunken noch geraucht. An jedem Versuchstage wurden 10 × je 2 Blutproben durch Stich in die Fingerbeere vorgenommen und zwar erfolgten sie nach 10, 25, 45, 65, 95, 125, 165, 205, 265, 370 Minuten (Tabelle 2 und 3). Bei A fand vom 5. Versuch ab eine weitere Blutentnahme in der 5.′ statt. An den Alkoholtagen wurde das Allgemeinbefinden, der körperliche wie seelische Zustand beobachtet. Während der ganzen Versuchszeit lebten beide Versuchspersonen regelmäßig, nahmen keinen Alkohol an den Zwischentagen zu sich. Das Körpergewicht wurde fortlaufend kontrolliert und wies bei beiden keine Schwankungen auf. A und B waren völlig andersartige Konstitutionstypen.

Versuchsperson A: Alter 25 J. Körpergröße 172 cm. Gewicht 59 kg. Ausgesprochen asthenischer Typ. Mager, schmal, aufge-

Tabelle 1.

Versuchsanordnung.

Versuchsperson A.				Versuchsperson B.			
	I. V. R.				I. V. R.		
N.	26. I.	28. I.	30. I.	V.	26. I.	28. I.	30. I.
	0,8 g/kg	1,0 g/kg	1,2 g/kg		0,8 g/kg	1,0 g/kg	1,2 g/kg
	II. V. R.				II. V. R.		
N.	1. II.	3. II.	5. II.	V.	1. II.	3. II.	5. II.
	0,8 g/kg	1,0 g/kg	1,2 g/kg		0,8 g/kg	1,0 g/kg	1,2 g/kg
	III. V. R.				III. V. R.		
V.	8. II.	10. II.	12. II.	N.	8. II.	10. II.	12. II.
	0,8 g/kg	1,0 g/kg	1,2 g/kg		0,8 g/kg	1,0 g/kg	1,2 g/kg
	IV. V. R.				IV. V. R.		
V.	14. II.	16. II.	18. II.	V.	14. II.	16. II.	18. II.
	0,8 g/kg	1,0 g/kg	1,2 g/kg		0,8 g/kg	1,0 g/kg	1,2 g/kg

N. = Nachmittags.
V. = Vormittags.
V. R. = Versuchsreihe.

schossener Mensch. Flacher Thorax, zarter Knochenbau, mäßig ausgebildete Muskulatur und sehr dürftiges Fettpolster. Im Februar 35 wegen Ulcera duodeni nach Billroth II operiert. Mäßiger Biergenuß. Schlechter Esser.

Versuchsperson B: Alter 26 J. 172 cm groß. Gewicht 73 kg. Athletischer Typ. Kräftiger Thorax. Grober Knochenbau. Muskulatur und Fettpolster gut ausgebildet. Mäßiger Bier- und Schnapsgenuß. „Verträgt viel." Guter Esser.

Tabelle 2.

Versuchsperson A.

		S.	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Zahl der Blutentnahmen
		15^{55} h	16	16^{15}	16^{35}	16^{55}	17^{25}	17^{55}	18^{35}	19^{15}	20^{15}	22h	Zeit der Blutentnahme
I. V. R. nachmittags	0,8 g/kg		1,17	0,97	0,84	0,76	0,86	0,70	0,68	0,42	0,32	0,13	Blutalkohol Promille
	1,0 g/kg		1,39	1,09	1,21	1,10	1,04	0,94	0,86	0,74	0,47	0,13	
	1,2 g/kg		1,04	1,46	1,47	1,40	1,30	1,21	1,14	1,01	0,78	0,64	
II. V. R. nachmittags	0,8 g/kg		0,77	0,70	0,73	0,66	0,68	0,59	0,49	0,37	0,14	0,03	
	1,0 g/kg	0,63	0,77	1,07	0,96	1,09	0,97	0,87	0,84	0,71	0,56	0,20	
	1,2 g/kg	0,41	0,69	0,69	1,27	1,00	1,06	1,06	1,00	0,81	0,63	0,31	
		9^{25} h	9^{30}	9^{45}	10^{05}	10^{25}	10^{55}	11^{26}	12^{05}	12^{45}	13^{45}	15^{30} h	Zeit der Blutentnahme
III. V. R. vormittags	0,8 g/kg	0,17	0,62	0,89	0,92	0,90	0,80	0,62	0,58	0,52	0,38	0,04	Blutalkohol Promille
	1,0 g/kg	1,28	1,22	1,39	1,09	1,07	1,03	0,98	0,76	0,76	0,58	0,23	
	1,2 g/kg	0,76	1,00	1,13	1,33	1,36	1,19	1,01	0,92	0,85	0,60	0,32	
IV. V. R. vormittags	0,8 g/kg	0,89	1,13	1,04	0,92	0,80	0,71	0,61	0,51	0,45	0,37	0,10	
	1,0 g/kg	0,86	1,12	1,26	1,11	1,10	0,99	0,87	0,79	0,71	0,59	0,25	
	1,2 g/kg		1,29	1,59	1,53	1,52	1,29	1,16	1,05	1,00	0,76	0,34	
		5′	10′	25′	45′	65′	95′	125′	165′	205′	265′	370′	Zeit nach Alkoholaufnahme

V. R. = Versuchsreihe.
B. E. = Blutentnahme.

Tabelle 3.

Versuchsperson B.

		I.	II.	III.	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	X.	Zahl der Blutentnahmen
		9^{30} h	9^{45}	10^{05}	10^{25}	10^{55}	11^{25}	12^{05}	12^{45}	13^{45}	15^{30} h	Zeit der Blutentnahme
I. V. R. vormittags	0,8 g/kg	0,39	0,57	0,74	0,82	0,85	0,81	0,77	0,67	0,53	0,28	Blutalkohol Promille
	1,0 g/kg	0,27	0,53	0,70	0,86	1,03	0,96	0,93	0,87	0,75	0,39	
	1,2 g/kg	0,45	0,65	0,93	0,89	1,10	1,19	1,07	0,99	0,80	0,57	
II. V. R. vormittags	0,8 g/kg	0,31	0,46	0,66	0,75	0,68	0,67	0,66	0,59	0,38	0,15	
	1,0 g/kg	0,35	0,48	0,72	0,72	0,97	0,96	0,89	0,83	0,58	0,45	
	1,2 g/kg	0,49	0,75	0,85	1,08	1,43	1,20	1,24	1,05	0,85	0,87	
		16 h	16^{15}	16^{35}	16^{55}	17^{25}	17^{55}	18^{35}	19^{15}	20^{15}	22 h	Zeit der Blutentnahme
III. V. R. nachmittags	0,8 g/kg	0,27	0,32	0,46	0,50	0,58	0,57	0,55	0,52	0,37	0,14	Blutalkohol Promille
	1,0 g/kg	0,27	0,43	0,47	0,62	0,73	0,70	0,69	0,65	0,46	0,21	
	1,2 g/kg	0,49	0,63	0,83	0,85	0,91	0,91	0,81	0,84	0,67	0,15	
IV. V. R. nachmittags	0,8 g/kg	0,33	0,50	0,57	0,64	0,58	0,56	0,56	0,47	0,29	0,08	
	1,0 g/kg	0,28	0,48	0,68	0,78	0,69	0,70	0,63	0,54	0,44	0,16	
	1,2 g/kg	0,50	0,71	1,04	1,06	1,19	1,08	0,97	0,93	0,86	0,51	
		10′	25′	45′	65′	95′	125′	165′	205′	265′	370′	Zeit nach Alkoholaufnahme

V.R. = Versuchsreihe.

Versuchsperson A (Magenresektion nach Billroth II).

Bild 1.

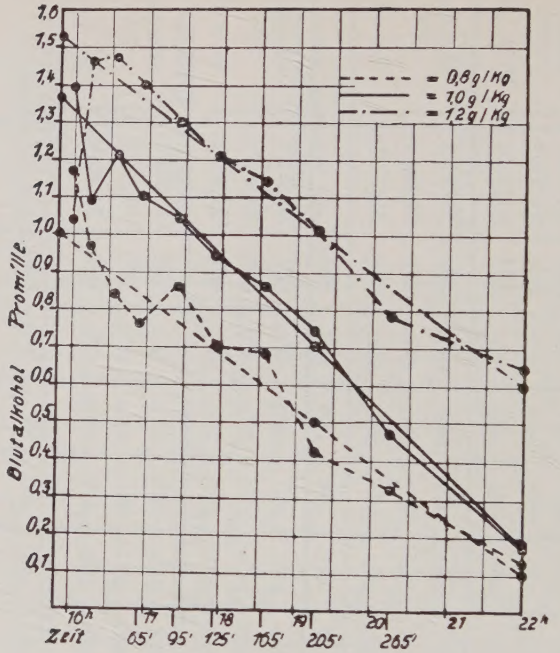


Bild 2.

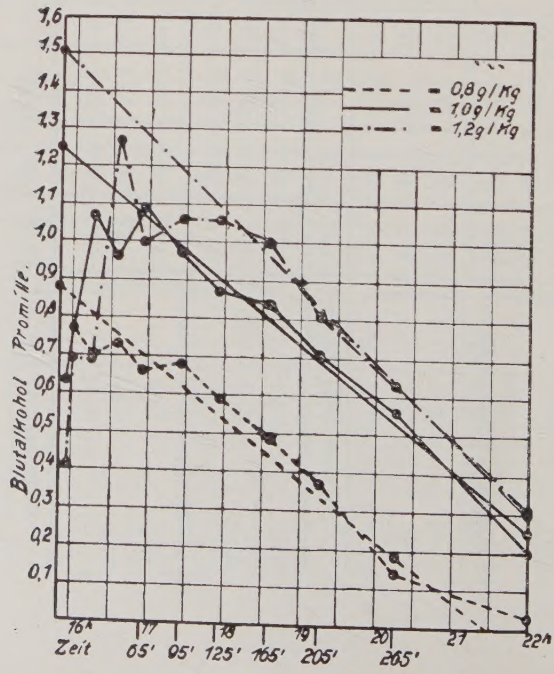


Bild 3.

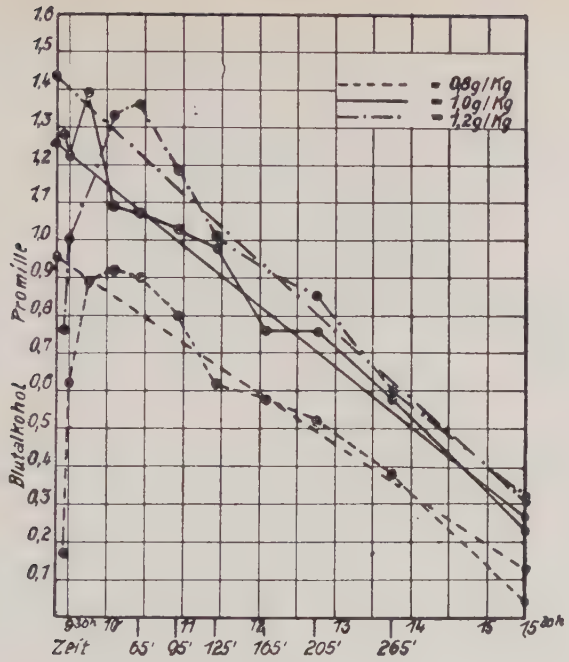
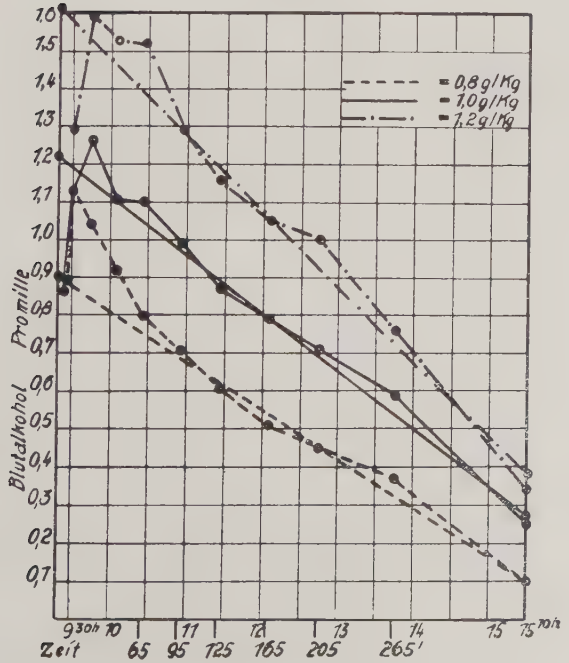

Promille
Blutalkohol
0,8 g/Kg
1,0 g/Kg
1,2 g/Kg
Zeit
65'
95'
125'
165'
205'
265'

Bild 4.


Promille
Blutalkohol
0,8 g/Kg
1,0 g/Kg
1,2 g/Kg
Zeit
65
95
125
165
205
265'

Ergebnisse der Versuche.

Es sollen zuerst die Ergebnisse von der Versuchsperson A besprochen werden.

Versuchsperson A. (Asthenischer Typ, Magenresektion nach Billroth II).

I. Versuchsreihe (Alkoholdosis: 0,8 g/kg, 1,0 g/kg, 1,2 g/kg).

1. Versuch: Alkoholdosis = 0,8 g/kg = 47,2 g Alkohol.

2 Minuten nach Aufnahme verspürte A ein starkes Brennen in der Magengegend. Nach 5′ merkte er, daß der Alkohol „in den Kopf zog", was sich auch in dem gesteigerten Rededrang und leichter motorischer Unruhe kundtat.
Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:
Schon 10′ nach der Aufnahme hat die Konzentration ihren höchsten Wert erreicht. Diese schnelle Resorption ist dadurch zu erklären, daß bei A der Alkohol infolge des nach Billroth II operierten Magens schnell in den Dünndarm fließt und hier begierig resorbiert wird. Das Nachhinken der Resorption in der 95.′ kommt vielleicht daher, daß ein Teil des Alkohols an Nahrung gebunden war und dieselbe in der 65.′—95.′ in den Dünndarm abtransportiert wurde.

Mit Hilfe der von Widmark angegebenen Formeln zur Errechnung von c_0, β, r, b_{60}, $\frac{b_{60}}{r}$ wurden folgende Werte gefunden:

$c_0 = 1{,}00$
$\beta = 0{,}00244$
$\beta_{60} = 0{,}146 = 0{,}15$
$r = 0{,}80$

Alkoholverbrennung pro Stunde $b_{60} = 6{,}91$ g

Alkoholverbrennung pro kg pro Stunde $\frac{b_{60}}{r} = 117{,}11$ mg

2. Versuch: Alkoholdosis = 1,0 g/kg = 59 g.

Dabei wurde gleich nach der Gesamtaufnahme, die bekanntlich in 5′ stattfand, ein starkes Brennen im Magen verspürt, das 30′ anhielt. Kopfschmerzen und Müdigkeitsgefühl stellten sich nach 240′ ein. Rededrang und motorische Unruhe waren gegenüber dem 1. Versuch größer.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Wie im 1. Versuch war nach 10′ der weitaus größte Teil an Alkohol resorbiert. In der 45.′ haben wir eine zweite Resorptionszacke.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}36$$
$$\beta = 0{,}00322$$
$$\beta_{60} = 0{,}19$$
$$r = 0{,}73$$
$$b_{60} = 0{,}39\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 142{,}20\ mg$$

Im Vergleich zum 1. Versuch ist β um 31,9 % gestiegen, dementsprechend ist auch β_{60} größer geworden. Das Alkoholverbrennungsvermögen pro Stunde (b_{60}) hat um 1,48 g und die Verbrennung pro kg pro Stunde ($\frac{b_{60}}{r}$) um 25,09 mg zugenommen. Bei gesteigerter Dosis also hat das Verbrennungsvermögen des Körpers zugenommen. Verteilungsfaktor r ist zum 1. Versuch kleiner geworden. Rein mathematisch ist dieses durch die Erhöhung von c_0 zu erklären, da bei der Berechnung von r ein hohes c_0 ein niedriges r bedingt. c_0 ist ein theorethischer Wert. Er gibt an, wie hoch die Konzentration im Blut sein würde, wenn die gesamte Alkoholmenge sich im Körper im Diffusionsgleichgewicht befinden würde.

3. Versuch: Alkoholdosis = 1,2 g/kg = 70,8 g.

Sofort nach dem Trunk wurde sehr starkes Brennen in dem Magen und allgemeines Wärmegefühl angegeben. Motorische Unruhe und Rededrang hielten lange an. Die Stimmungslage war nicht euphorisch, sondern stark pessimistisch. Nach 4 Stunden trat großes Müdigkeitsgefühl und Brummen im Kopf auf.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Die Resorption war nach 45′ abgeschlossen. Zu einer 2. Resorptionszacke ist es nicht gekommen, da vor dem Versuch im Gegen-

satz zu den beiden ersten Versuchen nur sehr wenig gegessen wurde. Nach beendeter Resorption fällt die Konzentrationskurve steil ab.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}53$$
$$\beta = 0{,}00251$$
$$\beta_{60} = 0{,}15$$
$$r = 0{,}79$$
$$b_{60} = 6{,}99\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 118{,}62\ mg$$

Eigentlich hätte man bei wiederum gesteigerter Alkoholdosis eine Zunahme von β und b_{60} erwarten müssen. Indessen bleiben die Werte sehr hinter denen des 2. Versuches zurück und decken sich praktisch mit denen des 1. Versuches. Dabei muß beachtet werden, daß bei Durchführung des Versuches A körperlich völlig gesund war, psychisch jedoch stark beeindruckt war dadurch, daß er in Sorge war, die hohe Dosis könne seinen Magen schädigen. Vielleicht kann man sich durch diese psychische Beeinträchtigung das relativ niedrige β erklären. Es ist gar nicht ausgeschlossen, daß bei der ausgesprochen vegetativ-labilen Natur von A, eine hormonervale Änderung im Körper eine Verlangsamung im Stoffwechselgeschehen hervorruft.

Versuchsperson A. (Asthenischer Typ, Magenresektion nach Billroth II).

II. Versuchsreihe (Alkoholdosis: 0,8 g/kg, 1,0 g/kg, 1,2 g/kg). Bild 2.

4. Versuch: Alkoholdosis = 0,8 g/kg = 47,2 g.

Die subjektiven Erscheinungen waren gering.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:
Wir haben 3 Resorptionszacken und zwar nach 10′, 45′ und 95′. Zum Mittag war etwas fettes Fleisch gegessen worden. Dies läßt wohl die resorptiven Schwankungen verständlich erscheinen, da Fett eine resorptionsverlangsamende Wirkung hat. Die Kurve zeigt im Vergleich zum 1. Versuch wesentlich geringere Konzentrationswerte, obwohl die Alkoholdosis bei beiden Versuchen gleich groß war. Der Grund ist einmal in der verzögerten und verminderten Resorption zu sehen, zum andern hat der Körper anscheinend ge-

lernt, den Alkohol schneller abzubauen, d. h. er hat sich an ihn gewöhnt.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 0{,}88$$
$$\beta = 0{,}00262$$
$$\hat{\beta}_{60} = 0{,}157$$
$$r = 0{,}91$$
$$b_{60} = 8{,}41\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 142{,}54\ mg$$

Dem 1. Versuch gegenüber hat β um 8,19% und β_{60} um 7,53% zugenommen. Die Steigerung von r läßt sich nur durch die Unvollständigkeit der Resorption erklären. Dadurch, daß b_{60} und $\frac{b_{60}}{r}$ von der Größe des Körpergewichts und den Faktoren β und r abhängt, ist es bedingt, daß b_{60} und $\frac{b_{60}}{r}$ eine solche Höhe wie im 2. Versuch erfahren haben. Die Gewöhnung des Körpers an Alkohol scheint sich hier also in einer Steigerung des Verbrennungsvermögens zu zeigen.

5. Versuch: Alkoholdosis = 1,0 g/kg = 59 g.

Außer einem leichten Brennen im Magen und allgemeinem Wärmegefühl, waren keine subjektiven Symptome vorhanden.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Wir haben 2 Resorptionszacken und zwar in der 25.′ und in der 65.′.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}25$$
$$\beta = 0{,}00271$$
$$\beta_{60} = 0{,}162$$
$$r = 0{,}80$$
$$b_{60} = 7{,}65\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 129{,}66\ mg$$

Der Konzentrationsfall β ist gegenüber dem 2. Versuch um 15,8% gesunken, dagegen im Vergleich zum 4. Versuch um 3,4% gestiegen. Wir müßten eigentlich wegen der „angeblichen Gewöhnung" eine Erhöhung von β im Vergleich zum 2. Versuch, in dem die gleiche Dosis gegeben wurde, erwarten. Die kleine Steigerung von β gegenüber dem 4. Versuch ist durch die erhöhte Dosis bedingt.

Faktor r hat sich wiederum geändert und zwar ist er kleiner als im 4. Versuch. Das niedrigere r scheint eine Folge der vollständigeren Resorption zu sein.

6. Versuch: Alkoholdosis = 1,2 g/kg = 70,8 g.

Das subjektive Befinden war schlechter als beim 4. und 5. Versuch, aber doch nicht so ausgesprochen stark wie beim 3. Versuch. Wir stellen damit bei längeren Alkoholgaben eine Besserung des subjektiven Befindens fest.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Nach 45′ und 95′ haben wir die Kulminationspunkte der Blutalkoholkurve. Die Resorption hat sich verzögert. Die Konzentrationswerte sind gegenüber dem 3. Versuch erheblich tiefer. In der 95.′—125.′ haben wir ein sog. Gréhantsches Plateau. Der Blutalkoholgehalt weist über längere Zeit hin den gleichen Konzentrationswert auf. Das Plateau tritt nur dann auf, wenn vor der Alkoholaufnahme eine Mahlzeit eingenommen wurde. Diese Erscheinung kann man darauf zurückführen, daß der resorbierte und verbrannte Anteil des Alkohols sich die Waage halten.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}51$$
$$\beta = 0{,}00328$$
$$\beta_{60} = 0{,}197$$
$$r = 0{,}79$$
$$b_{60} = 9{,}21\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 156{,}10\ mg$$

Gegenüber dem 3. Versuch, in dem die gleiche Dosis verabreicht wurde, ist β um 30,67% und β_{60} um 31,33% gestiegen, während Faktor r in beiden Fällen den gleichen Wert hat. Dadurch ist auch b_{60} um 2,22 g und $\frac{b_{60}}{r}$ um 37,47 mg größer geworden. Dieser Umstand und die im Vergleich zum 3. Versuch etwas verlangsamte Resorption erklärt die niedrigeren Konzentrationswerte.

Versuchsperson A.

III. Versuchsreihe. Bild 3.

7. Versuch: Alkoholdosis = 0,8 g/kg = 42,2 g.

Es wurde von jetzt ab des Morgens getrunken. Dabei wurde ein stärkeres Brennen in der Magengegend empfunden als beim 1. Ver-

such, da der Magen weniger mit Nahrung gefüllt war. Nachmittags um 15^h trat Müdigkeitsgefühl ein, sonst keine subjektiven Symptome.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Die Resorption war nach 45′ beendet. Ein Nachhinken der Resorption fehlt, da am Morgen nur 1½ Scheiben Brot gegessen war und folglich sich der Alkohol nur wenig an Nahrung binden konnte. Die Konzentrationswerte sind kleiner als im 1. Versuch, aber doch etwas höher als im 4. Versuch.

Errechnete Werte:

$$\begin{aligned} c_0 &= 0{,}96 \\ \beta &= 0{,}00220 \\ \beta_{60} &= 0{,}132 \\ r &= 0{,}83 \\ b_{60} &= 8{,}50\ g \\ \frac{b_{60}}{r} &= 110{,}16\ mg \end{aligned}$$

Auffällig ist die Erniedrigung des β um 10% gegenüber dem 1. Versuch und um 16% im Vergleich zum 4. Versuch. Dies könnte daran liegen, daß der Körper den Alkohol langsamer am Morgen verbrennt als am Nachmittag. Die Trägheit im Stoffwechselgeschehen kurz nach dem Aufstehen erklärt vielleicht das niedrige β. Faktor r zeigt wieder eine Änderung seines Wertes.

8. Versuch: Alkoholdosis = 1,0 g/kg = 59 g.

Gegen Mittag stellten sich Kopfschmerzen und um $15^{30\,h}$ Müdigkeitsgefühl ein.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Nach 5′ und 25′ waren die Konzentrationsgipfel erreicht. Im Vergleich haben wir wieder eine schnellere Resorption und keine 2. Resorptionszacke, was ohne weiteres auf die geringere Nahrungsaufnahme zurückzuführen ist.

Errechnete Werte:

$$\begin{aligned} c_0 &= 1{,}26 \\ \beta &= 0{,}00267 \\ \beta_{60} &= 0{,}16 \\ r &= 0{,}79 \\ b_{60} &= 7{,}49\ g \\ \frac{b_{60}}{r} &= 126{,}94\ mg \end{aligned}$$

β ist gegenüber dem 7. Versuch, in dem eine kleinere Alkoholdosis getrunken wurde, um 21,36% größer geworden. Wir sehen — wie bereits bei den anderen Versuchen — bei vermehrter Alkoholgabe eine Steigerung des Verbrennungsvermögens. Im Vergleich zum 5. Versuch sind β und r praktisch gleich groß geblieben. Gegenüber dem 2. Versuch weist r eine Schwankung von 8,2% auf.

9. Versuch: Alkoholdosis = 1,2 g/kg = 70,8 g.

In geringem Maße stellten sich motorische Unruhe und Rededrang ein. Das Schlafbedürfnis war gegen 15^h besonders groß.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Die Resorption war nach der 65.′ abgeschlossen. Der etwas verspätete Konzentrationsgipfel wird dadurch eingetreten sein, daß am Morgen ein voluminöses Frühstück eingenommen wurde.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}44$$
$$\beta = 0{,}00306$$
$$\beta_{60} = 0{,}183$$
$$r = 0{,}83$$
$$b_{60} = 0{,}92\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 152{,}88\ mg$$

β ist im Vergleich zum 8. Versuch um 10,9% gestiegen; gegenüber dem 6. Versuch, in dem die gleiche Dosis gegeben wurde, jedoch um 6,7% gesunken. Am Morgen scheint also der Abbau des Alkohols langsamer vor sich zu gehen. Die Erhöhung des Verbrennungsvermögens bei vermehrter Alkoholgab zeigt sich im Vergleich zum 8. Versuch in einer Zunahme des b_{60} um 1,53 g und des $\frac{b_{60}}{r}$ um 25,94 mg.

Versuchsperson A.

IV. Versuchsreihe. Bild 4.

10. Versuch: Alkoholdosis = 0,8 g/kg = 47,2 g.

Außer einem leichten Brennen im Magen waren keine subjektiven Symptome vorhanden.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Der Höhepunkt der Blutalkoholkurve war nach 10′ erreicht.

Errechnete Werte:

$c_0 = 0{,}91$
$\beta = 0{,}00217$
$\beta_{60} = 0{,}13$
$r = 0{,}88$
$\beta_{60} = 6{,}77\ g$
$\frac{b_{60}}{r} = 114{,}74\ mg$

β verhält sich gegenüber dem 7. Versuch gleich groß. Dagegen ist β im Vergleich zum 1. und 4. Versuch, in denen dieselbe Dosis jedoch nachmittags verabreicht wurde, um 11% bzw. um 17% niedriger geworden. Auch weist Faktor r diesen beiden Versuchen gegenüber Schwankungen auf.

11. Versuch: Alkoholdosis = 1,0 g/kg = 59 g.

Gegen Mittag wurde über geringe Kopfschmerzen geklagt. Sonst war das Befinden ohne Besonderheiten.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:
Die Konzentration zeigt nach 25′ ihr Maximum.

Errechnete Werte:

$c_0 = 1{,}22$
$\beta = 0{,}00255$
$\beta_{60} = 0{,}153$
$r = 0{,}82$
$\beta_{60} = 7{,}40\ g$
$\frac{b_{60}}{r} = 125{,}42\ mg$

Faktor r ist wiederum verändert. β zeigt entgegen dem 8. Versuch eine Minderung von 4,5%. Dagegen ist die Abnahme des β gegenüber dem 2. und 5. Versuch am Nachmittag größer und zwar beträgt sie 20,5% bzw. 6,3%.

12. Versuch: Alkoholdosis = 1,2 g/kg = 70,8 g.

In der Magengegend wurde ein mäßiges Brennen festgestellt, sonst wurde außer einem Müdigkeitsgefühl nichts weiter bemerkt.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:
Der Konzentrationsgipfel war nach 25′ erreicht. Die Konzentrationswerte liegen nicht tiefer als im 1. Versuch.

Errechnete Werte:

$c_0 = 1{,}62$
$\beta = 0{,}00332$
$\beta_{60} = 0{,}201$
$r = 0{,}74$
$\beta_{60} = 8{,}79\ g$
$\frac{b_{60}}{b_{60}} = 148{,}98\ mg$

Der Konzentrationsfall β hat den von allen Versuchen höchsten Wert erreicht. Bei Durchführung des Versuches wurde körperliche Arbeit verrichtet. Hierdurch ist bewiesen, daß durch körperliche Arbeit eine Beschleunigung des Konzentrationsfalles eintritt. Wenn trotzdem b_{60} und $\frac{b_{60}}{r}$ nicht so hoch sind wie z. B. im 6. Versuch, so liegt dieses an der Veränderung des Faktors r, der um 6,3% kleiner ist. Immerhin ist das Verbrennungsvermögen gegenüber dem 10. und 11. Versuch, in denen eine kleinere Dosis verabreicht wurde, erheblich gesteigert.

Versuchsperson B (Athletischer Typ, normaler Magen).

I. Versuchsreihe (Alkoholdosis: 0,8 g/kg, 1,0 g/kg, 1,2 g/kg).

Bild 5.

1. Versuch: Alkoholdosis = 0,8 g/kg = 58,4 g.

Nach 7′ wurde ein allgemeines Wärmegefühl wahrgenommen. Kopfschmerzen und späteres Müdigkeitsgefühl stellten sich nicht ein.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Infolge der schubweisen Entleerung der Nahrung aus dem Magen durch die unversehrte Funktion des Pylorus, ist es zu einem gleichförmigen Anstieg der Konzentration bis zur 95.′ gekommen. Die Resorption dauerte also länger als bei Versuchsperson A, was durch die Verschiedenheiten beider Mägen erklärlich ist.

Errechnete Werte:

$c_0 = 1{,}16$
$\beta = 0{,}00238$
$\beta_{60} = 0{,}143$
$r = 0{,}69$
$b_{60} = 7{,}19\ g$
$\frac{b_{60}}{r} = 98{,}49\ mg$

2. Versuch: Alkoholdosis = 1,0 g/kg = 73 g.

Die subjektiven Symptome zeigten sich in Wärmegefühl und Brummen im Kopf. Objektiv war motorische Unruhe festzustellen.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Die Konzentration war nach 95′ am höchsten. Die Verlaufsform der Konzentrationskurve deckt sich mit der des 1. Versuches:

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}31$$
$$\beta = 0{,}00236$$
$$\beta_{60} = 0{,}142$$
$$r = 0{,}76$$
$$b_{60} = 7{,}87\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 107{,}80\ mg$$

β und β_{60} sind im Vergleich zum 1. Versuch praktisch gleich groß geblieben. Faktor r jedoch hat um 10,14% zugenommen. Diese Zunahme bedingt die geringe Erhöhung von b_{60} und $\frac{b_{60}}{r}$.

3. Versuch: Alkoholdosis = 1,2 g/kg = 87,6 g.

Motorische Unruhe, Rededrang und Wärmegefühl waren gegenüber dem 2. Versuch stärker. Der Eintritt dieser Symptome war zeitlich im Vergleich zu Versuchsperson A nach rückwärts geschoben und machte sich in der 50.′ bemerkbar.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Die Kurve zeigt in der 45.′ einen kleinen Konzentrationsgipfel, sinkt ein wenig bis zur 65.′ und steigt dann in der 125.′ zu ihrem Maximum an. Wir haben also eine dikrote Kurve.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}48$$
$$\beta = 0{,}00249$$
$$\beta_{60} = 0{,}15$$
$$r = 0{,}81$$
$$b_{60} = 8{,}82\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 120.82\ mg$$

β hat sich gegenüber dem 2. Versuch um 5,5% und gegenüber dem 1. Versuch um 4,6% erhöht. Ebenso ist Faktor r um 17,4% verglichen zum 1. Versuch und um 6,5% gegenüber dem 2. Versuch

Versuchsperson B. (normaler Magen.)

Bild 5.

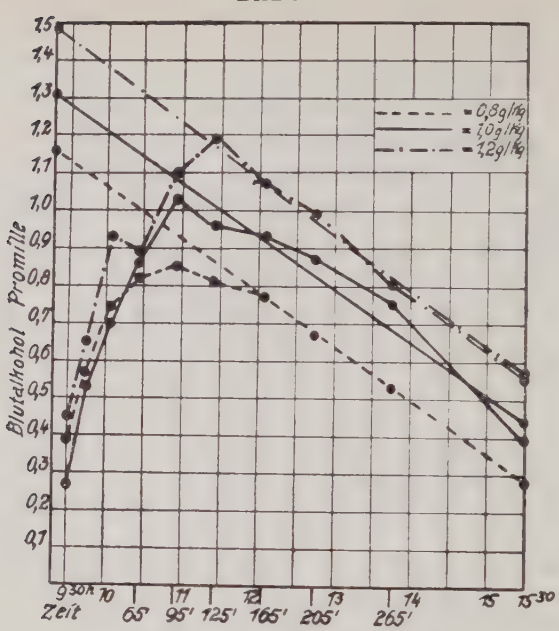


Bild 6.

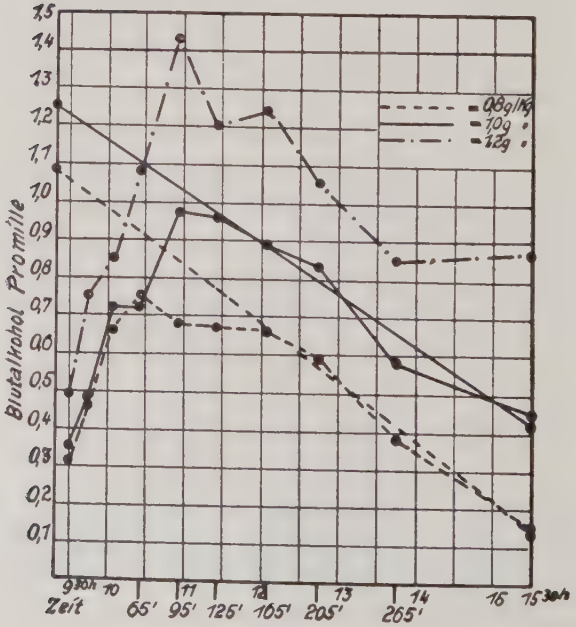


Bild 7.

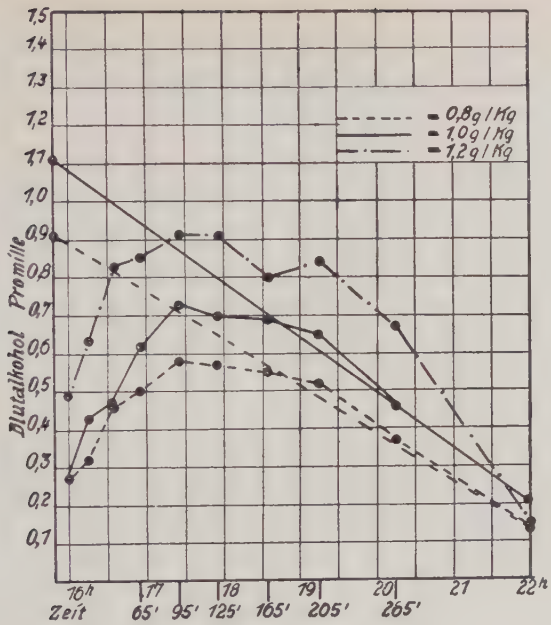
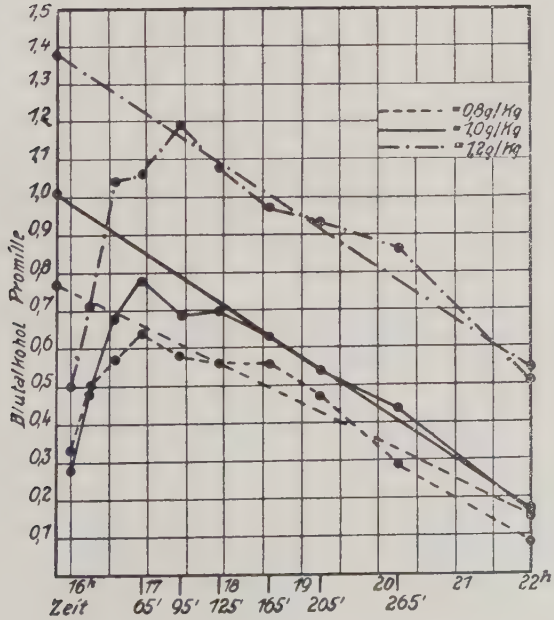

1,5
1,4
1,3
1,2
1,1
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
Blutalkohol Promille
0,8 g/Kg
1,0 g/Kg
1,2 g/Kg
16h
17
18
19
20
21
22h
Zeit
65'
95'
125'
165'
205'
265'

Bild 8.


1,5
1,4
1,3
1,2
1,1
1,0
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
Blutalkohol Promille
0,8 g/Kg
1,0 g/Kg
1,2 g/Kg
16h
17
18
19
20
21
22h
Zeit
65'
95'
125'
165'
205'
265'

größer geworden. Durch die Erhöhung von β und r ist das Verbrennungsvermögen gestiegen. Dies beweist also, daß bei vermehrter Alkoholdosis die Verbrennung stärker ist als bei geringer Dosis.

Versuchsperson B (Athletischer Typ, normaler Magen).

II. Versuchsreihe (Alkoholdosis 0,8 g/kg, 1,0 g/kg,, 1,2 g/kg).

Bild 6.

4. Versuch: Alkoholdosis = 0,8 g/kg = 58,4 g.

Es trat nur ein allgemeines Wärmegefühl ein. Objektiv war nichts feststellbar.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Das Maximum war nach der 65.′ erreicht. Bis zur 205.′ haben wir einen relativ flachen Abstieg, der dann aber steiler wird. Sämtliche Konzentrationswerte liegen tiefer als die des 1. Versuches, was auf eine Gewöhnung des Körpers hinzudeuten scheint.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}09$$
$$\beta = 0{,}00256$$
$$\beta_{60} = 0{,}154$$
$$r = 0{,}73$$
$$b_{60} = 8{,}24\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 112{,}87\ mg$$

Entgegen dem 1. Versuch ist der Konzentrationsfall um 7,56% größer geworden. Hierdurch, wie auch durch die Vergrößerung des Faktors r um 5,8% gegenüber dem 1. Versuch, hat b_{60} eine Zunahme von 1,05 g und $\frac{b_{60}}{r}$ von 14,38 mg erfahren. Dieses gesteigerte Verbrennungsvermögen macht es uns verständlich, daß sämtliche Konzentrationswerte niedriger sind als es im 1. Versuch der Fall ist, obwohl bei beiden dieselbe Dosis verabreicht wurde.

5. Versuch: Alkoholdosis = 1,0 g/kg = 73 g.

Es waren keine besonderen Erscheinungen außer Wärmegefühl vorhanden.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

In der 95.′ hatte der Blutalkoholspiegel seinen Höhepunkt erreicht. In der 45.′—65.′ haben wir ein Gréhantsches Plateau.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}25$$
$$\beta = 0{,}00225$$
$$\beta_{60} = 0{,}135$$
$$r = 0{,}80$$
$$b_{60} = 7{,}86\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 107{,}67\ mg$$

Im Vergleich zum 2. Versuch ist β um 4,6% kleiner geworden. Faktor r hat sich wiederum verändert und zwar ist er um 5,26% gestiegen, so daß das Verbrennungsvermögen gleich groß geblieben ist wie im 2. Versuch.

6. Versuch: Alkoholdosis = 1,2 g/kg = 87,6 g.

Gegen Mittag stellten sich Kopfschmerzen ein und um 14^h wurde Müdigkeitsgefühl festgestellt. Objektiv zeigte sich eine stärkere motorische Unruhe.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Die Kurve zeigt eine veränderte Verlaufsform. In der 95.′ ist der höchste Konzentrationswert erreicht, es folgen aber noch 2 resorptive Nachschwankungen und zwar in der 125.′—165.′ und in der 265.′—370.′. Besonders merkwürdig ist die Resorptionszacke am Schluß der Kurve. Es ist zu einer protrahierten Resorption gekommen. Diese sehr verlangsamte Aufsaugung kann man nicht allein durch eine starke Bindung des Alkohols an Nahrung erklären. Schon Mayer hat die Beobachtung gemacht, daß Alkoholgaben von 1,2 g/kg Körpergewicht manchmal kurzdauernde Resorptionssperren auslösten. Er nimmt an, daß die vegetativen Nervenendigungen des Magendarmkanals durch die große und hochprozentige Alkoholaufnahme chemisch gereizt werden und daß hierdurch die Resorptionssperre ausgelöst wird. In dem veränderten Zustand des Gefäßsystems vom Magen-Darm-Kanal hätte man demnach die Ursache für die gehemmte Resorption zu sehen.
Die Werte für r und β konnten nicht festgestellt werden, da für ihre Berechnung die Konzentrationswerte nach abgeschlossener Resorption in Frage kommen und in unserem Falle die Resorption nach 370′ nicht beendet war.

Versuchsperson B.

III. Versuchsreihe. Bild 7.

7. Versuch: Alkoholdosis = 0,8 g/kg = 58,4 g.

Von jetzt ab wurde nachmittags der Alkohol verabreicht. Es traten weder subjektive noch objektive Erscheinungen auf.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Die Konzentration war in der 95.′ am höchsten. Von da ab bis zur 205.′ allmählicher Abfall, der dann steiler wird.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 0{,}92$$
$$\beta = 0{,}00208$$
$$\beta_{60} = 0{,}125$$
$$r = 0.87$$
$$b_{60} = 7{,}95\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 108{,}90\ mg$$

Gegenüber dem 1. Versuch hat β um 12.6% und gegenüber dem 4. Versuch um 18.7% abgenommen. Dagegen hat r um 26% bzw. um 19,1% zugenommen. Die starke Bindung des Alkohols an Nahrung ruft eine verminderte Alkoholresorption hervor, so daß die Erhöhung des r ein Ausdruck des Alkoholdefizit ist.

8. Versuch: Alkoholdosis = 1,0 g/kg = 73 g.

Es wurde nach 30′ ein allgemeines Wärmegefühl empfunden.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Der Verlauf der Konzentrationskurve mit ihrem höchsten Wert in der 95.′ ähnelt sehr dem des 7. Versuches.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}12$$
$$\beta = 0{,}00244$$
$$\beta_{60} = 0{,}146$$
$$r = 0{,}87$$
$$b_{60} = 9{,}66\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 132{,}33\ mg$$

Faktor r zeigt wiederum einen anderen Wert. β ist sowohl gegenüber dem 2. Versuch um 7,6% als auch gegenüber dem 5. Versuch um 8,4% gestiegen. Die Verbrennung b_{60} und $\frac{b_{60}}{r}$ ist im Vergleich

zum 2. und 5. Versuch, in denen das Verbrennungsvermögen gleich groß war, um 1,79 g bzw. 24,53 mg größer geworden. Es scheint also bei längerer Alkoholgabe eine schnellere Umsetzung stattzufinden.

9. Versuch: Alkoholdosis = 1,2 g/kg = 87,6 g.

Gegen 19^h stellten sich leichte Kopfschmerzen ein.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Das Maximum der Konzentration zeigt die 95.′ an, in der 205.′ haben wir einen kleinen resorptiven Nachschub. In der 95.′—125′ haben wir wiederum ein Gréhantscher Plateau. Wie im 6. Versuch ist auch hier die Resorption stark verzögert.

Die Werte für r und β ließen sich wegen des späten Abschlusses der Resorption nicht berechnen.

Versuchsperson B.

IV. Versuchsreihe. Bild 8.

10. Versuch: Alkoholdosis = 0,8 g/kg = 58,4 g.

Es trat keine Alkoholwirkung zu Tage.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:

Der Konzentrationsgipfel war in der 65.′ erreicht. In der 125.′—165.′ halten sich die Menge des resorbierten und verbrannten Alkohols das Gleichgewicht (Gréhantsches Plateau!).

Errechnete Werte:

$$c_0 = 0{,}78$$
$$\beta = 0{,}00167$$
$$\beta_{60} = 0{,}100$$
$$r = 1{,}03$$
$$b_{60} = 7{,}53\,g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 103{,}15\,mg$$

Auffällig ist das besonders niedrige β und das sehr hohr r. Nach Widmark ist der Faktor r stets kleiner als 1. Eine Gewichtsabnahme, die ein hohes r bedingen könnte, ist nicht eingetreten. Man kann in diesem Falle r nicht mehr als Verteilungsfaktor für den ganzen Körper ansehen. Der Konzentrationsfall β hat gegenüber dem 1., 4. und 7. Versuch stark abgenommen. Nur das hohe r erklärt, daß trotz des tiefen β das Alkoholverbrennungsvermögen nicht entsprechend gemindert ist.

11. Versuch: Alkoholdosis = 1,0 g/kg = 73 g.

Das Allgemeinbefinden zeigte keine Besonderheiten.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:
Die Konzentration war in der 65.′ am größten. In der Zeit von der 95.′—125.′ haben wir eine minimale resorptive Nachschwankung.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}01$$
$$\beta = 0{,}00227$$
$$\beta_{60} = 0{,}136$$
$$r = 0{,}99$$
$$b_{60} = 9{,}82\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 134{,}52\ mg$$

Im Vergleich zum 5. Versuch ist β praktisch gleich groß geblieben, jedoch ist es dem 8. Versuch gegenüber um 6,9 % kleiner geworden. Faktor r ist wie im 10. Versuch sehr groß. Das Verbrennungsvermögen zeigt von allen Versuchen den höchsten Wert.

12. Versuch: Alkoholdosis = 1.2 g kg = 87,6 g.

Außer einem dumpfen Gefühl im Kopf, fühlte sich B sehr wohl.

Verlauf der Resorption und Konzentrationskurve:
Nach 95′ war der Konzentrationsgipfel erreicht.

Errechnete Werte:

$$c_0 = 1{,}39$$
$$\beta = 0{,}00227$$
$$b_{60} = 0{,}136$$
$$r = 0{,}86$$
$$b_{60} = 8{,}60\ g$$
$$\frac{b_{60}}{r} = 117{,}80\ mg$$

Entgegen dem 3. Versuch, in dem die gleiche Dosis getrunken wurde, ist der Konzentrationsfall β um 8,8 % gesunken. Eigentlich müßte man infolge der „Gewöhnung" ein erhöhtes β erwarten. Faktor r zeigt sein wechselndes Verhalten in einer Erhöhung von 6,1 %. Gegenüber dem 11. Versuch, in dem 1,0 g/kg Alkohol verabreicht wurde, ist β gleich hoch geblieben. Jedoch hat b_{60} um 1,12 g und $\frac{b_{60}}{r}$ um 16,72 mg infolge der Minderung von r um 13 % abgenommen.

Nachprüfung über die Möglichkeit des Rückschlusses auf die getrunkene Alkoholmenge.

Nach Widmark und Jungmichel soll es möglich sein, auch die getrunkene Menge Alkohol bestimmen zu können, wenn das Körpergewicht, die Zeit der Alkoholaufnahme und die Blutkonzentration bekannt ist. Auf Grund von zahlreichen Versuchen hat Widmark Höchst-, Mittel- und Niedrigstwerte für r und β angegeben, die man bei der Berechnung in die Formel $A = p \cdot r\,(c_t + \beta_t)$ einsetzt. Die Werte für r und β betragen nach Widmark:

	r	r	r
Höchst	0,86	0,24	0,004
Mittel	0,68	0,15	0,0025
Niedrigst	0,51	0,08	0,0013

Im folgenden sind aus einigen oben durchgeführten Versuchen die Konzentrationswerte in der 95.′ und 165.′ herausgegriffen und dann rechnerisch mit den von Widmark angegebenen Werten für r und β festgestellt, ob die zurückgerechnete Alkoholmenge mit der tatsächlich getrunkenen Menge übereinstimmt.

I. Versuchsperson A. 7. Versuch.

Gewicht 59 kg. Blutkonzentration in der 95.′ = 0,80 und in der 165.′ = 0,58 Promille.

Es ergeben sich folgende Werte:

Konzentration im Blut	Getrunkene Menge	Errechnete Menge		
		Höchst	Mittel	Niedrigst
$c_{95} = 0{,}80$	47,2 g	59,87	41,72	27,68
$c_{165} = 0{,}85$	47,2 g	62,92	39,72	23,77

Da der Faktor r nach Widmark konstitutionsgebunden ist und auf Grund der von Widmark gemachten Erfahrungen asthenische Menschen ein hohes r haben, so müßten wir den Höchstwert von 59,87 g als aufgenommene Menge ansehen. Ein Vergleich zu der tatsächlich aufgenommenen Menge von 47,2 g jedoch zeigt uns, daß der Höchstwert um 11,67 g zu hoch liegt, hingegen zum Mittelwert um 5,5 g zu niedrig ist.

II. Versuchsperson A. 5. Versuch.

Gewicht 59 kg. Konzentration im Blut in der 95.′ = 0,97 und in der 165.′ = 0,84 Promille.

Konzentration im Blut	Getrunkene Menge	Errechnete Menge Höchst	Mittel	Niedrigst
$c_{95} = 0{,}97$	59,0 g	68,50	48,54	32,80
$c_{165} = 0{,}84$	59,0 g	76,11	50,15	31,59

Hier liegen die Verhältnisse ebenso wie im I. Beispiel. Der Höchstwert zeigt eine um 9,5 g zu hohe Alkoholmenge an, während der Mittelwert um 11,5 g zu tief liegt.

III. Versuchsperson A. 6. Versuch.

Gewicht 59 kg. Konzentration im Blut in der 95.′ = 1,06 und in der 165.′ = 1,0 Promille.

Konzentration im Blut	Getrunkene Menge	Errechnete Menge Höchst	Mittel	Niedrigst
$c_{95} = 1{,}06$	70,8 g	73,06	52,16	35,51
$c_{165} = 1{,}0$	70,8 g	84,23	56,57	36,41

Während sich der mit Hilfe von c_{95} errechnete Höchstwert fast mit der tatsächlich getrunkenen Menge deckt, gibt der mit c_{165} bestimmte Höchstwert eine zu hohe Dosis an. Diese Differenz in den beiden Höchstwerten zu verschiedenen Zeiten ist mathematisch bedingt.

IV. Versuchsperson B. 1. Versuch.

Gewicht 73 kg. Konzentration im Blut in der 95.′ =0,85 und in der 165.′ = 0,77 Promille.

Konzentration im Blut	Getrunkene Menge	Errechnete Menge Höchst	Mittel	Niedrigst
$c_{95} = 0{,}85$	58,4 g	77,22	54,11	36,11
$c_{165} = 0{,}77$	58,4 g	89,77	58,57	36,48

Da Versuchsperson B einen ausgesprochen athletischen Konstitutionstyp darstellt, so müssen wir ihm ein mittleres r zusprechen.

Die errechneten Mittelwerte zeigen uns, daß die zurückgerechnete Menge mit der tatsächlich aufgenommenen Menge übereinstimmt. Dies liegt daran, daß die im 1. Versuch gefundenen Werte für β und r sich ungefähr mit den von Widmark angegebenen Mittelwerten decken (Zufall!).

V. Versuchsperson B. 2. Versuch.

Gewicht 73 kg. Konzentration im Blut in der 95.′ = 1,03 und in der 165.′ = 0,93 Promille.

Konzentration im Blut	Getrunkene Menge	Errechnete Menge Höchst	Mittel	Niedrigst
$c_{95} = 1{,}03$	73 g	88,52	63,04	42,81
$c_{165} = 0{,}93$	73 g	99,82	66,51	42,44

Die Mittelwerte zeigen eine um 10 g bzw. 6,49 g zu geringe Alkoholmenge an, da der im 2. Versuch ausgerechnete Wert für $r = 0{,}76$ beträgt, während der Widmarksche Mittelwert für r mit 0,68 angegeben ist.

VI. Versuchsperson B. 12. Versuch.

Gewicht 73 kg. Konzentration im Blut in der 95.′ = 1,19 und in der 165.′ = 0,97 Promille.

Konzentration im Blut	Getrunkene Menge	Errechnete Menge Höchst	Mittel	Niedrigst
$c_{95} = 1{,}19$	87,6 g	98,56	70,98	48,77
$c_{165} = 0{,}97$	87,6 g	102,33	68,50	43,93

Die Mittelwerte erreichen bei weitem nicht die wirklich aufgenommene Alkoholmenge. Wäre die Blutentnahme 165 Min. nach der Alkoholaufnahme gemacht worden und wir sollten uns über die aufgenommene Menge äußern, so würden wir 19 g zu wenig angeben.

Die in den oben angeführten Beispielen gefundenen Resultate geben mit einer Ausnahme eine zu hohe bzw. zu kleine Alkoholmenge an. Einen Schluß auf die getrunkene Alkoholmenge zu ziehen, ist also sehr gewagt. Eine große Fehlerquelle liegt in den

Schwankungen des Faktors r, die besonders bei vorausgegangener Nahrungsaufnahme groß sind. Aber auch das wechselnde Verhalten von β trägt zu einer Ungenauigkeit der Angabe über die genossene Alkoholmenge bei. Die Ermittlung der Gesamtaufnahme ist folglich für ein Gutachten mit Vorsicht zu bewerten. Es ist ratsam, den Grad der Trunkenheit nur nach der Höhe des festgestellten Blutalkoholwertes zu beurteilen. Daher muß eine möglich rasche Blutentnahme nach der Tat bzw. dem Unfall angestrebt werden.

Auswertung der gesamten Untersuchungsergebnisse.

Die Resorptionsverhältnisse zeigen bei Versuchsperson A weitgehende Unterschiede im Vergleich zu B. Da bei A die normale Pylorusfunktion ausfällt, tritt der Alkohol sehr schnell in den Dünndarm ein und gelangt dadurch rasch in den Blutkreislauf. Während wir des Nachmittags manchmal resorptive Nachschübe beobachten, fallen dieselben bei Aufnahme des Alkohols am Morgen fort. Der Füllungszustand des Magens übt hierbei einen maßgebenden Einfluß aus. Bei geringer Füllung wird nur wenig Alkohol an Nahrung gebunden, daher fließt der größte Teil direkt in den Dünndarm. Die Konzentrationskurve zeigt also keine Zacken. Kann sich aber der Alkohol mehr an Nahrung binden, so tritt eine Resorption in Schüben und damit eine Resorptionsverzögerung ein. Im Gegensatz dazu weist B ein anderes Verhalten in der Aufnahme des Alkohols in den Körper auf. Das geordnete Pylorusspiel läßt nur eine gleichmäßige und langsame Resorption zu. Resorptive Schwankungen zeigen die Tage, an denen eine große Alkoholmenge (250 ccm) getrunken wurde. Nach Mayer ist diese intermittierende Resorptionssperre dadurch bedingt, daß bei großer und hochprozentiger Alkoholgabe die vegetativen Nervenendigungen des Magen-Darm-Kanals chemisch gereizt werden und der veränderte Zustand des Gefäßsystems die Resorption hemmt. Durchschnittlich betrug die Resorptionsdauer bei B 95 Min. gegen 30 Min. bei A. Die Höhe der Konzentrationswerte ist weitgehend abhängig von der Schnelligkeit der Resorption, dem Füllungszustand des Magens und dem Verbrennugsvermögen des Körpers, das sich in der Größe des Konzentrationsfalles zeigt. A zeigt wesentlich höhere Blutalkoholwerte als B. Dieses ist durch die rasche Aufsaugung im Dünndarm bedingt. Der Einfluß des Füllungszustandes des Magens auf die Konzentrationshöhe ist bei B deutlich zu sehen. Am Vormittag liegen

Tabelle 4.

Mittelwerte von A.

	Alkoholdosis	C_0	β	β_{60}	r	b_{60}	$\frac{b_{60}}{r}$
nachmittags	0,8 g/kg	0,94136	0,0025294	0,1515	0,8532	7,66	129,82
	1,0 g/kg	1,30678	0,0029656	0,1779	0,7665	8,02	135,93
	1,2 g/kg	1,51864	0,0028950	0,1736	0,7901	8,10	137,36
vormittags	0,8 g/kg	0,93198	0,0021838	0,1310	0,8589	6,63	112,95
	1,0 g/kg	1,24004	0,0026090	0,1565	0,8065	7,44	126,18
	1,2 g/kg	1,52759	0,0032006	0,1920	0,7881	8,90	150,93

Mittelwerte von B.

vormittags	0,8 g/kg	1,12497	0,0024725	0,1483	0,71135	7,71	105,68
	1,0 g/kg	1,28364	0,0033073	0,1384	0,7794	7,86	107,73
	1,2 g/kg	./.					
nachmittags	0,8 g/kg	0,84741	0,0018785	0,1127	0,9494	7,74	106,02
	1,0 g/kg	1,06499	0,0023581	0,1414	0,9411	9,74	133,42
	1,2 g/kg	./.					

./. Die Mittelwerte konnten nicht berechnet werden.

die Konzentrationswerte bedeutend höher als am Nachmittag (vgl. Bild 5 u. 7).

Neben der Resorption interessierte uns vor allem, wie sich β, r und b_{60} verhielten. Ganz eindeutig konnte der Beweis erbracht werden, daß β und r dauernd in ihrer Größe wechseln. Diese Verschiedenheit für β und r trat sowohl bei Aufnahme gleich großer Alkoholmengen als auch bei vermehrter Alkoholgabe ein. Ein Grund für die Veränderlichkeit von β ließ sich nicht immer finden. Bei gesteigerter Alkoholdosis ergab sich fast bei allen Versuchen ein erhöhtes β (Tabelle 4). Tageszeit, seelischer Zustand, Verrichtung körperlicher Arbeit haben in einigen Versuchen die Größe des Verbrennungsvermögens bestimmt. Nachmittags ging der Alkoholabbau schneller vor sich als vormittags. Eine Abhängigkeit des β von der Konstitution ließ sich erbringen. A wies ein höheres β auf als B. Bei A beträgt der Mittelwert von $\beta = 0{,}00273$, bei B dagegen $\beta = 0{,}00227$. Die Gewöhnung des Körpers an Alkohol trat in einer Besserung der subjektiven und objektiven Symptome in Er-

scheinung. Indessen läßt sich in unseren Versuchen diese „Gewöhnung" nicht auf die Fähigkeit des Körpers, den Alkohol schneller abzubauen, zurückführen. Ebenso wie β wies r Schwankungen auf. Eine der möglichen Ursachen, nämlich Veränderung des Gewichts, kann außer Acht gelassen werden, da bei beiden Versuchspersonen das Gewicht konstant blieb. Eine entscheidende Rolle für das Wechseln von r scheint die voraufgegangene Nahrungsaufnahme zu spielen. Wir sehen jedenfalls, daß der Faktor r höhere Werte zeigt als sie von Widmark und Jungmichel in Nüchternversuchen gefunden wurden. Dies veranschaulicht deutlich eine Gegenüberstellung:

	Widmark	Jungmichel	Eigene
	r	r	r
Höchst	0,86	0,85	1,03
Mittel	0,68	0,76	0,86
Niedrigst	0,51	0,64	0,69

Es ist möglich, daß die Veränderlichkeit von r zum Teil durch ein Verschwinden des Alkohols in der Nahrung, d. h. durch eine verminderte Resorption bedingt ist. Stellt man nämlich die Mittelwerte vom Nachmittag und Vormittag von A und B gegenüber (siehe unten!), so ergibt sich, daß bei A die Schwankungen von r infolge der schnellen und vollständigen Resorption ganz gering sind. Dagegen ist die Variationsbreite zwischen dem Vormittags-r und Nachmittags-r bei B recht erheblich. Einen maßgebenden Einfluß scheint hierin die verzögerte und verminderte Resorption zu haben.

Gegenüberstellung des Faktor r bei A und B:

	A			B		
		g/kg			g/kg	
	0,8	1,0	1,1	1,2	1,8	0,8
Nachm.	0,85	0,77	0,79	./.	0,94	0,95
Vorm.	0,86	0,81	0,79	./.	0,78	0,71

./. bedeutet: r konnte nicht errechnet werden wegen noch nach 360' stattfindender Resorption.

Wenn man nach Widmark r als Alkoholverteilungsfaktor bezeichnet, so muß er auch bei ein und derselben Person konstant sein, wenn der Alkohol im Körper sich im Diffusionsgleichgewicht befindet. Es ist nur fraglich, ob im Einzelfalle das Diffusionsgleich-

gewicht hergestellt ist und ob überhaupt die gesamte Alkoholmenge resorbiert wurde. Die Ansicht Widmarks, daß die Alkoholverteilung auf reiner Diffusion beruht, stimmt nicht. Da wir gesehen haben, daß der Wert für r wechselt, je nachdem ob die Resorption vollständig oder vermindert ist, kann man r nicht mehr als Verteilungsfaktor im Sinne Widmarks für den ganzen Körper ansehen. Infolge der großen Schwankungen von r muß die Frage erhoben werden, ob die Werte der Alkoholverbrennung pro Stunde (b_{60}) die tatsächlich pro Stunde verbrannte Alkoholmenge angeben. Wir müssen nämlich r in die Formel $b_{60} = p \cdot r \cdot \beta$ (p = Körpergewicht) einsetzen. Ein hohes r wird daher trotz vielleicht kleinem β ein großes b_{60} zur Folge haben. Es müßte sich aber eigentlich b_{60} proportional zu β bzw. β_{60} verhalten, was jedoch selten der Fall ist. Als Maßstab für die Größe des Verbrennungsvermögens sollte man folglich besser nur die Höhe des Konzentrationsfalles β gelten lassen. Schließlich muß man auch in den Veränderlichkeiten von β und r die Fehlerquellen sehen, die es nicht gestatten, die Menge des aufgenommenen Alkohols zu bestimmen. Die Berechnungen über b_{60} und über die Gesamtaufnahme an Alkohol würden genaue Werte ergeben, wenn sowohl β als auch r unveränderlich wären.

Zusammenfassung.

1. An zwei Versuchspersonen (A und B) wurden 24 Tage lang Alkoholversuche angestellt.
2. Es zeigte sich, daß Versuchsperson A infolge seiner Magenresektion nach Billroth II durchschnittlich in 30 Minuten, Versuchsperson B dagegen in 95 Minuten den Alkohol resorbierte.
3. Resorptionszacken traten bei A nur nach größerer Nahrungsaufnahme auf, bei B dagegen nach hoher Alkoholdosis (1,2 g/kg).
4. Die Schnelligkeit der Resorption, die Bindung und Umwandlung des Alkohols im Magen-Darmtraktus, sowie das Verbrennungsvermögen des Körpers bestimmten die Höhe der Blutalkoholkurve.
5. Konzentrationsfall β und Faktor r wechselten dauernd.
6. In fast allen Versuchen ließ sich zeigen, daß gesteigerte Alkoholdosis ein erhöhtes β bedingt.
7. Die Verbrennungsgeschwindigkeit war weiterhin erhöht bei Verrichtung körperlicher Arbeit und des Nachmittags. Starke seelische Beeinträchtigung verringerte den Alkoholabbau.
8. A (athenischer Konstitutionstyp) wies durchschnittlich ein β von 0,00272 auf, B (athletischer Typ) dagegen ein β von 0,00227.
9. Der Beweis einer „physiologischen Gewöhnung" im Sinne einer erworbenen Fähigkeit des Körpers, den Alkohol schneller abzubauen, konnte nicht erbracht werden.
10. r kann man nicht mehr als Verteilungsfaktor ansehen.
11. Der Wert für r hängt ab von der Höhe des Alkoholdefizites.
12. Stark verminderte Resorption hat ein hohes r zur Folge.
13. Bei vorausgegangener Nahrungsaufnahme gibt die Zurückrechnung auf die Gesamtaufnahme an Alkohol sehr ungenaue Werte. Die Fehlerquellen liegen in den Schwankungen von β und r.

Literatur.

Camerer: Die Bedeutung der Blutuntersuchung zur Feststellung von Alkoholeinwirkung. Ztschr. f. Medizinalbeamte. 46. Jahrg. 1933, S. 194—201.

Elbel u. Lick: Alkoholresorption nach Nahrungsaufnahme. Ztschr. f. d. ges. gerichtl. Medizin. 26. 1936, S. 270—276.

Graf u. Flake: Zur Frage des Verlaufs der Alkoholkonzentration. Arbeitsphysiologie 6. 1932, S. 141—168.

Gréhant: Dosage de l'alcool éthylique dans le sang ... C. r. Nr. 3. S. 123. 1896.

Jungmichel: Alkoholbestimmung im Blut. Methodik und forensische Bedeutung. Heymanns Verlag. Berlin 1933. Literatur.

— Zur Physiologie der Alkoholverbrennung nach Bier. Dtsch. Z. gerichtl. Medizin. 22. 1933, S. 153—166.

R. M. Mayer: Intermittierende Alkoholresorption. Speichelalkoholkurve und Alkoholwirkung. Ztschr. f. d. ges. gerichtl. Medijin. 26. 1926, S. 250—270.

Müller-Hehs u. Wiethold: Über die Widmarksche Methode der Alkoholbestimmung im Blut und ihre praktische Bedeutung für die Kriminalpolizei. Kriminalistische Monatshefte 7, Heft 1, S. 1—5 u. 2, S. 27—32. 1933.

Schwarz: Der Alkoholnachweis in der forensischen Praxis unter besonderer Berücksichtigung der Technik. Dtsch. Ztschr. f. d. ges. gerichtl. Medizin X. S. 377. 1927.

Widmark: Die theoretischen Grundlagen und die praktische Verwertbarkeit der gerichtlich-medizinischen Alkoholbestimmung. Urban u. Schwarzenberg. 1932. Literatur.

Lebenslauf.

Am 26. III. 1912 wurde ich, Adolf Sievers, als Sohn des Res.-Lokomotivführers Adolf Sievers und dessen Ehefrau, Ida geb. Kriete, in Lehrte geboren. Nach Besuch der Mittelschule, des Realprogymnasiums in Lehrte und des Reformrealgymnasiums in Peine, legte ich im März 1931 die Reifeprüfung ab. Während meines Medizin-Studiums weilte ich sieben Semester in Rostock und bestand hier im März 1934 die ärztliche Vorprüfung. An der Universität Göttingen setzte ich mein Studium fort und legte im Dezember 1936 die ärztliche Staatsprüfung ab. Augenblicklich bin ich am gerichtsärztlichen Institut in Göttingen als Medizinalpraktikant beschäftigt.

Es ist mir ein Bedürfnis, Herrn Professor Dr. Mueller für die Überlassung des Themas, sowie Herrn Dr. Elbel für manche liebenswürdige Beratung bei der Anfertigung der Arbeit, meinen herzlichsten Dank zu sagen.